

LAPORAN PENELITIAN

**INOVASI SINTESIS BAHAN BAKAR CAIR BERBAHAN DASAR
LIMBAH PLASTIK HDPE DAN PP DENGAN TEKNOLOGI *CATALYTIC*
PYROLYSIS MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLIT ALAM BAYAH**



Disusun oleh:

MUHAMMAD YUSRIL NASHEH	(3335200029)
MUHAMMAD FATHI RIZQILLAH	(3335200108)

JURUSAN TEKNIK KIMIA-FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

CILEGON-BANTEN

2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Muhammad Fathi Rizqillah

NIM :3335200108

JURUSAN :Teknik Kimia

JUDUL : Pengaruh Zeolite Alam Bayah Pada Proses *Pyrolysis* Bahan bakar Cair
Berbahan Dasar Campuran Limbah Plastik HDPE dan PP

Menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut adalah benar karya saya dengan arahan pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari saya terbukti melakukan plagiasi dalam penelitian ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 11 November 2024



Muhammad Fathi Rizqillah

LAPORAN PENELITIAN

PENGARUH ZEOLITE ALAM BAYAH PADA PROSES PYROLYSIS BAHAN BAKAR CAIR BERBAHAN DASAR CAMPURAN LIMBAH PLASTIK HDPE DAN PP

disusun oleh:

Muhammad Yusril Nasheh 3335200029

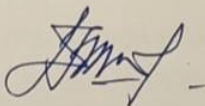
Muhammad Fathi Rizqillah 3335200108

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di hadapan

Dewan Penguji

Pada Tanggal 22 Desember 2023

Dosen Pembimbing



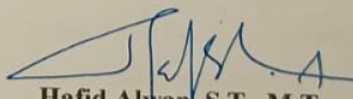
Dr. Heri Heriyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 197510222005011002

Dosen Penguji I



Prof. Dr. Ing Anton Irawan, S.T., M.T.,
IPM, Ascan Eng.
NIP. 197510012008011007

Dosen Penguji II



Hafid Alwan, S.T., M.T.
NIP. 199012132019031011

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Heri Heriyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 197510222005011002

ABSTRAK
PYROLYSIS PLASTIC

Oleh:

Muhammad Yusril Nasheh (3335200108)

Muhammad Fathi Rizqillah (3335200108)

Pirolisis merupakan salah satu metode dalam mengkonversi plastik menjadi bahan bakar cair. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memanfaatkan limbah plastik untuk produksi bahan bakar cair, mendapatkan kondisi optimal untuk menghasilkan bahan bakar cair yang paling besar, memperoleh data dalam skala laboratorium untuk proses *scaling-up* ke skala pilot, serta mendapatkan data kelayakan dan teknoekonominya. Pada penelitian kali ini, menggunakan metode pirolisis dengan suhu 350°C selama 300 menit menggunakan bahan baku plastik jenis HDPE dan PP dengan variasi komposisi 7:3, 5:5, dan 3:7 serta katalis zeolit alam bayah yang telah diaktivasi dan divariasikan jumlahnya sebanyak 0%, 3%, dan 5%. Selanjutnya dilakukan analisa uji yield, uji densitas, uji viskositas, dan uji nilai kalor, serta uji komposisi rendemen cair yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan IPST Asari. Hasil dari penelitian ini yaitu Yield rendemen cair yang tertinggi didapat pada variasi komposisi HDPE 30%, PP 70%, dan katalis 0% yaitu 66,4%. Nilai densitas dan viskositas tertinggi didapat pada variasi HDPE 70%, PP 30%, dan katalis 0% yaitu 0,764 g/cm³ dan 0,789 cP. Nilai kalor tertinggi didapat pada variasi komposisi HDPE 50% PP 50% yaitu 10978,8 Cal/g. Hasil komposisi rendemen cair pada variasi komposisi HDPE 70% 30% yaitu bensin 42% dan minyak tanah 58%. Sedangkan pada variasi komposisi HDPE 30% 70% yaitu bensin 30%, minyak tanah 62%, dan solar 8%.

Kata Kunci : Bahan Bakar Cair, HDPE, Pirolisis, PP, Zeolit

KATA PENGANTAR

Puji syukur diucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya kepada kita, sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian yang berjudul “Inovasi Sintesis Bahan Bakar Cair Berbahan Dasar Limbah Plastik HDPE dan PP Dengan Teknologi Catalitic Pyrolysis Menggunakan Katalis Zeolite Alam Bayah”. Adapun tujuan dari penulisan laporan penelitian ini untuk menjadi salah satu syarat meraih gelar sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Dalam penyusunan laporan ini tentu banyak pihak yang terlibat dan membantu. Oleh karena itu, disini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya dan sebesar-besarnya kepada:

Orang tua dan Keluarga penulis yang sudah memberikan dukungan dan doa selama ini baik secara moril dan materil

1. Orang tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungan selama penyusunan proposal penelitian
2. Bapak Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng. sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Ibu Rahmayetty S.T., M.T. sebagai Koordinator Penelitian Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Bapak Dr. Heri Heriyanto, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian sampai dengan penyusunan laporan penelitian.
5. Seluruh teman-teman angkatan 2020 Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang memberikan segala dukungan dan motivasi.
6. Penghuni basecamp Ikakon yang memberikan segala dukungan dan motivasi serta materi
7. Semua pihak yang telah terlibat dan membantu dalam penyusunan proposal penelitian ini yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR SIMBOL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Plastik.....	4
2.2. Pirolisis.....	7
2.3. Katalis.....	14
BAB III METODE PERCOBAAN.....	16
3.1. Tahapan Penelitian	16
3.2. Prosedur Penelitian	17
3.2.1 Preparasi Bahan	17
3.2.2 Preprasi dan Aktivasi Katalis Zeolite Alam Bayah	17
3.2.3 Proses Pirolisis.....	17
3.3. Bahan dan Alat	18

3.3.1 Bahan-bahan	18
3.3.2 Alat-alat	18
3.4. Variabel Penelitian	19
3.4.1 Variabel Bebas.....	19
3.4.2 Variabel terikat	20
3.4.3 Varabel Kontrol	20
3.5. Metode Pengumpulan dan Analisis Data.....	20
3.5.1 Uji Yield	21
3.5.2 Uji Densitas	21
3.5.3 Uji Viskositas.....	21
3.5.4 Uji Nilai Kalor	22
3.5.6 Uji Nilai GCMS	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Pengaruh aktivasi Katalis Zeolit Alam Bayah Terhadap Morfologi	23
4.2. Pengaruh Jumlah Katalis Terhadap Yield Rendemen Cair	25
4.3. Pengaruh Komposisi Plastik Terhadap Yield Rendemen Cair.....	26
4.4. Pengaruh Komposisi Plastik Terhadap Densitas Rendemen Cair.....	27
4.5. Pengaruh Komposisi Plastik Terhadap Viskositas Rendemen Cair.....	28
4.6. Pengaruh Komposisi Plastik Terhadap Nilai Kalor Rendemen Cair.....	29
4.7. Komposisi Senyawa Rendemen Cair Pada Hasil Pirolisis Plastik.....	30
4.8. Analisa Ekonomi Pirolisis Pada Produk Rendemen Cair.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Jenis plastik, kode dan penggunaan secara umum	5
Tabel 2. 2. Nilai kalor plastik dan bahan lainnya.....	6
Tabel 2. 3. Temperatur transisi dan temperatur lebur plastik	7
Tabel 2. 4. Jenis-jenis pirolisis dan produknya	9
Tabel 2. 5. Tipe-Tipe Reaktor Pirolisis.....	10
Tabel 2. 6. Perbandingan pada penelitian terdahulu	14
Tabel 4. 1 Nilai Kalor Rendemen Cair.....	31
Tabel 4. 2 Komposisi Rendemen Cair	32
Tabel 4. 3 Analisa Ekonomi Pirolisis Plastik.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Nomor kode plastik(Ibrahim et al., 2022).	5
Gambar 2. 2. Skema Pirolisis(Aini et al., 2022)	8
Gambar 2. 3. Desain reaktor pirolisis(Khairil et al., 2020).	10
Gambar 3. 1. Diagram alir Penelitian.....	16
Gambar 3. 2. Skema Alat Pirolisis.....	22
Gambar 4. 1 Permukaan Katalis Sebelum Aktivasi (a) dan Sesudah Aktivasi (b)	23
Gambar 4. 2 Hasil Uji XRD Sebelum Aktivasi (a) dan Sesudah Aktivasi (b).....	25
Gambar 4. 3 Pengaruh Jumlah Katalis Terhadap Yield Rendemen Cair	26
Gambar 4. 4 Pengaruh Komposisi Plastik Terhadap Yield Rendemen Cair.....	27
Gambar 4. 5 Pengaruh Komposisi Plastik Terhadap Densitas Rendemen Cair....	29
Gambar 4. 6 Pengaruh Komposisi Plastik Terhadap Viskositas Rendemen Cair.	30

DAFTAR SIMBOL

Y = Yield.....	24
$M1$ = Massa Sampel.....	24
$M2$ = Massa Produk Cair.....	24
$M3$ = Massa Residu.....	24
D = Densitas minyak pirolisis (gr/ml).....	25
m = Massa minyak pirolisis (gr).....	25
v = Volume minyak pirolisis (ml).....	25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Plastik menjadi salah satu jenis material yang sering digunakan dalam setiap kebutuhan industri maupun komersil. Sifat plastik yang ringan, tahan air, tahan karat, tidak mudah pecah, kuat dan relatif ekonomis menjadi daya tarik bagi produsen maupun konsumen. Akibat penggunaan plastik yang masif, plastik menjadi limbah terbanyak kedua setelah limbah sisa makanan dengan persentase 18,68% limbah masyarakat di Indonesia (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan., 2022).

Upaya pemerintah dalam menekan limbah plastik yang dihasilkan dengan menerapkan peraturan pelarangan penggunaan kantong plastik di gerai modern. Hasilnya pada tahun 2020, sebanyak 41 Pemerintahan Daerah yang menerapkan, khususnya di Banjarmasin telah mengurangi limbah plastic (Khairunisa, 2020). Namun, hasil ini belum cukup mengurangi total limbah plastik yang mencemari lingkungan. Sekitar 60-80% sampah yang ada di laut merupakan sampah plastic (Leahy, 2004).

Pada tahun 2022 dalam upaya untuk mengolah limbah plastik, Tahdid, dkk melakukan penelitian mengenai pengolahan limbah plastik dengan metode pirolisis. Hasilnya, rendemen bahan bakar cair 19,01% dengan plastik jenis LDPE, katalis zeolit dengan perbandingan 1:15, dengan spesifikasi serupa bensin dan solar (Tahdid, Harlivia, et al., 2022). Berlian dkk melakukan penelitian serupa menghasilkan rendemen sebanyak 25,76% dengan komposisi bahan bakar cair berupa bensin, kerosin, diesel, dan minyak pelumas menggunakan bahan baku campuran plastik jenis PP dan PS (Berlian et al., 2022). Kartika melakukan penelitian yang sama menghasilkan kualitas minyak yang dihasilkan menggunakan bahan baku campuran plastik jenis HDPE dan PET dengan perbandingan katalis zeolit 2:5 (200 gram) sesuai dengan standar minyak diesel (Kartika, 2022). Berdasarkan hal tersebut, guna mendapatkan rendemen minyak yang lebih baik, perlu diadakannya penelitian lebih lanjut.

1.2. Rumusan Masalah

Pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar merupakan salah satu opsi dalam mengurangi limbah plastik yang kian meningkat sekaligus menjadi sumber energi alternatif dengan bahan baku yang mudah didapatkan. Se jauh ini, rendemen cair masih terhitung rendah, karena belum didapatkannya kondisi optimum dalam prosesnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi kondisi optimum tersebut adalah jumlah katalis dan jenis plastik yang digunakan. Oleh karena itu, dapat dirumuskan perumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses produksi bahan bakar minyak dari sampah plastik?
2. Bagaimana kondisi yang optimal untuk mendapatkan bahan bakar cair dengan yield paling besar?
3. Bagaimana pengaruh katalis Zeolit Alam Bayah terhadap yield senyawa hidrokarbon yang dihasilkan?
4. Bagaimana kelayakan teknoekonomi produksi bahan bakar cair dari plastik dari sampah plastik industri dan domestik?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui proses pemanfaatan sampah plastik untuk produksi bahan bakar cair
2. Mendapatkan kondisi optimal untuk menghasilkan bahan bakar cair dengan yield yang paling besar
3. Mengetahui pengaruh katalis Zeolit Alam Bayah terhadap yield senyawa hidrokarbon yang dihasilkan
4. Mendapatkan data kelayakan dan teknoekonomi dari produksi senyawa olefin dan aromatic dari limbah plastik

1.4. Ruang Lingkup

Penelitian ini menggunakan metode pirolisis dalam pembuatan Bahan Bakar dengan bahan utama yaitu sampah plastik jenis HDPE dan PP yang didapat dari limbah di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa menggunakan

katalis Zeolit Alam Bayah melalui 5 uji yaitu uji yield, uji densitas, uji viskositas, dan uji nilai kalor, serta uji komposisi rendemen cair yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan IPST Asari.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian E., Sulaswatty A. (2015). PRODUKSI MINYAK NILAM UNTUK "FIXATIVE AROMATHERAPY": STUDI KASUS DESAIN KONDENSOR DISTILASI UAP. BIOPROPAL INDUSTRI Vol. 6 No.1 : 19-17.
- Agustina R., Zahrina I., Sunarno, (2020). APLIKASI KATALIS HOMOGEN PADA SINTESIS EMULSIFIER. Jom FTEKNIK Volume 7 Edisi 2.
- Aini, N., Jamilatun, S., & Pitoyo, J. (2022). PENGARUH TIPE BIOMASSA PADA PRODUK PIROLISSI: A REVIEW. AGROINDUSTRIAL TECHNOLOGY JOURNAL, 6(1), 89–101.
- Al-Rumaihi, A., Shahbaz Muhammad, Mckay, G., & Al-Ansari, T. (2022). A review of pyrolysis technologies and feedstock: A blending approach for plastic and biomass towards optimum biochar yield. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Amany, M. D. (2023). Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. Jurnal Sains dan Teknologi Vol.2 No.1.
- Anene, A. F., Frediksen, S. B., Arne K., Tokheim L. (2018). Experimental Study of Thermal and Catalytic Pyrolysis of Plastic Waste Components. Jurnal Sustainability, 10, 3979.
- Anwar A., Rhohman F., Nadliroh K. (2020) Pengaruh Perbedaan Ketebalan Semen Alumina 4 cm dan 5 cm Terhadap Kemampuan Menahan Panas. Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri.
- Berlian, S., Kusuma, A. T., Aswan, A., Zikri, A., & Hajar, I. (2022). PYROLISIS OF PLASTIC TO LIQUID FUEL USING ACTIVATED ZEOLITE CATALYST. PUBLIKASI PENELITIAN TERAPAN DAN KEBIJAKAN, 5(1), 9–18.

- Cantika R., Akbar H. A., Aswan A., Ridwan K. A., Syakdani A., Effendy S., Taufik M. (2022). Pengolahan Limbah Plastik Jenis Polypropylene (PP) dan Low Density Polyethylene (LDPE) Menjadi Bahan Bakar Cair Melalui Proses Catalytic Thermal Cracking Menggunakan Katalis FCC. Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI), Vol. 2, No. 10, Hal. 437-445.
- Deglas W. (2023). PENGARUH JENIS PLASTIK POLYETHYLENE (PE), POLYPROPYLENE (PP), HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE), DAN OVERHEATED POLYPROPYLENE (OPP) TERHADAP KUALITAS BUAH PISANG MAS. Jurnal Pertanian dan Pangan Volume. 5, No. 1.
- Dominggus G.H. Adoe, Wenseslaus Bunganaen, Ika F. Krisnawi, Ferdyan A. Soekwanto. (2016). Pirolisis Sampah Plastik PP (Polypropylene) menjadi Minyak Pirolisis sebagai Bahan Bakar Primer. Jurnal Teknik Mesin Undana, Vol. 03, No. 01.
- Elwina, Dewi R., Syafruddin, Amalia Z., Fadhil M. (2022). Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran Biobriket Berbasis Ampas Kopi Arabica dan Robusta dengan Metode Densifikasi. Jurnal Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol.6 No.1.
- Fatimura M. (2014). TINJAUAN TEORITIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI OPERASI PADA KOLOM DESTILASI. JURNAL MEDIA TEKNIK VOL. 11, NO.1.
- Fatimura M., Masriatini R., Sepriyanti R., Yunita R. (2019). PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS KANTONG KRESEK DAN GELAS MINUMAN MENGGUNAKAN PROSES PIROLISIS MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK. Universitas PGRI Palembang Volume 4, Nomor 2.
- Harlivia, R., Tahdid, & Effendy, S. (2022). Pengaruh Persen Katalis Zeolit Alam Terhadap Yield Bahan Bakar Cair Proses Pirolisis dari Limbah Plastik Polypropylene. Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia (JPTI, 2(11), 453–459.

- Hartina F, Jannah A., Maunatin A. (2014). FERMENTASI TETES TEBU DARI PABRIK GULA PAGOTAN MADIUN MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae* UNTUK MENGHASILKAN BIOETANOL DENGAN VARIASI pH DAN LAMA FERMENTASI. *ALCHEMY*, Vol. 3 No.1, hal 93 – 100.
- Hendrawati, Liandi, A. R., Solehah, M., Setyono, M. H., Aziz, I., & Siregar, Y. D. I. (2022). Pyrolysis of PP and HDPE from plastic packaging waste into liquid hydrocarbons using natural zeolite Lampung as a catalyst. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*.
- Herizal. (2020). Sintesis Katalis Zeolit H-ZSM-5 dari Zeolit Alam Wonosari untuk Konversi Etanol Menjadi Olefin. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi* Vol. 54 No. 3: 159 – 167.
- Ibrahim, M., Machmud, M. N., & Aki, M. (2022). Bahan Bakar Minyak Dari Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik. *JOURNAL OF ENGINEERING AND SCIENCE*, 1(1), 20–30.
- Jamilatun S., Pitoyo J., Puspitasari A., Sarah D. (2022). PIROLISIS TANDAN KELAPA SAWIT UNTUK MENGHASILKAN BAHAN BAKAR CAIR, GAS, WATER FASE DAN CHARCOAL. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Kartika, W. (2022). PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK JENIS HDPE DAN PET SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BAHAN BAKAR MINYAK ALTERNATIF MENGGUNAKAN METODE PIROLISIS DENGAN KATALIS ZEOLIT ALAM. *AGROINDUSTRIAL TECHNOLOGY JOURNAL*, 6(2), 106–117.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah Limbah dan B3, & Direktorat Penanganan Sampah. (2022). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. <https://Sipsn.Menlhk.Go.Id/Sipsn/Public/Data/Komposisi>.

- Khairil, Riayatsyah, T. M. I., Bahri, S., Sofyan, S. E., Jalaluddin, J., Kusumo, F., Silitonga, A. S., Padli, Y., Jihad, M., & Shamsuddin, A. H. (2020). Experimental Study on the Performance of an SI Engine Fueled by Waste Plastic Pyrolysis Oil–Gasoline Blends. *Energies*, 10(13).
- Khairunisa, I. (2020, December 7). Upaya Pemerintah dalam Mengurangi Pemakaian Plastik. Ketikunpad.Ac.Id.
- Lanang Y. A., Nuryosuwito, Rhohman F. (2020). Perbandingan Pemakaian Hasil Pirolisis Plastik HDPE dengan Premium Terhadap Kerja Mesin Menggunakan ANSYS. Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri.
- Leahy, S. (2004, June 5). DROWNING IN AN OCEAN OF PLASTIC. *Wired News*.
- Lumbantoruan P., Yulianti E. (2016). PENGARUH SUHU TERHADAP VISKOSITAS MINYAK PELUMAS (OLI). Universitas PGRI Palembang Volume 13, No.2.
- Muis, L., Prabarsari, I. G., Suyana, N. (2019). Pengaruh Berat Katalis Zeolit Alam terhadap Pencairan Limbah Ban dalam Bekas Kendaraan Bermotor Roda Dua Menjadi Bahan Bakar Cair. *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(2): 63-67.
- Ningsih E., Udyani K., Budianto A., Hamidah N., Afifa S. (2020). Pengaruh ukuran partikel arang dari limbah tutup botol plastik terhadap kualitas briket. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 36(2), 101-108.
- Purnami, Wardana, Veronika K., (2015). Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Laju Dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.6*, No.1: 51-59.
- Purwanti L., (2015). Uji Viskositas Bahan Bakar Cair Alami dengan Menggunakan Viskosimeter Ostwald. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

- Subiyanto. (2006). Spesifikasi dan Standar Spesifikasi Minyak Lumas Motor Bensin untuk Kendaraan. LEMBARAN PUBLIKASI LEMIGAS SUBIYANTO VOL. 40. NO. 3: 37 – 44.
- Syakti A.D. (2017). Microplastics Monitoring in Marine Environment. Marine Science and Fisheries Faculty.
- Tahdid, Harlivia, R., & Effendy, S. (2022). Pengaruh Persen Katalis Zeolit Alam Terhadap Yield Bahan Bakar Cair Proses Pirolisis dari Limbah Plastik Polypropylene. Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia (JPTI), 2(11), 453–459.
- Tahdid, Manggala, A., Wasiran, Y., Nurryama, I., Ramadhani, P. S., & Kobar, A. A. (2022). PENGARUH JUMLAH ZEOLIT DAN TEMPERATUR TERHADAP RENDEMEN BAHAN BAKAR CAIR MENGGUNAKAN LIMBAH PLASTIK DI UNIT THERMAL CATALYTIC CRACKING REACTOR. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, 7(2).
- Wahyudi N.T., Ilham F. F., Kurniawan I., Sanjaya A.S. (2017). RANCANGAN ALAT DISTILASI UNTUK MENGHASILKAN KONDENSAT DENGAN METODE DISTILASI SATU TINGKAT. Jurnal Chemurgy, Vol. 01, No.2.